

Japan Patent Office (JP)

LS # 346

Public Report of Opening of the Patent

Opening No. of patent: No. S 60-198630

Date of Opening: Oct. 8, 1985

Int.Cl.	Distinguishing mark	Adjustment No. in Office
G 06 F 3/033		7622-5B
15/60		6619-5B

Request for examination: not requested

Number of items requested: 1

Name of invention: electronic circuit design formula

Application of the patent: No. S 59-54940

Date of application: March 22, 1984

Inventor: Tsunehisa Sugai

K.K.Ricoh, 3-6, 1-chome, Naka-umagome, Ota-ku, Tokyo

Applicant: K.K.Ricoh

3-6, 1-chome, Naka-umagome, Ota-ku, Tokyo

Detailed Report

1. Name of invention

electronic circuit design formula

2. Sphere of patent request

(Claim 1)

Claim 1 is concerning an electronic circuit design formula which has the following characteristic: A circuit element or device recognizes figures drawn by a cursor in an area displayed by a pixel device which has been distributed uniformly over a flat surface.

(Claim 2)

Claim 2 is concerning the electronic circuit design formula in claim 1 which uses multiple cursors each of which is driven by a different frequency.

(Claim 3)

Claim 3 is concerning the electronic circuit design formula in claim 1 where the flat surface is made by many vertical straight conductors and horizontal straight conductors under the surface.

(Claim 4)

Claim 4 is concerning the electronic circuit design formula in claims 1 or 2 where the cursors windings on a magnetic stylus.

(Claim 5)

Claim 5 is concerning the electronic circuit design formula in claim 1 where the connections are expressed by marking elements on a table with circuit elements or devices in rows and lines. The table then outputs the design.

(Claim 6)

Claim 6 is concerning the electronic circuit design formula in claim 4 where the magnetic stylus has an optical fiber core.

3. Detailed explanation of the invention

(Technical field of this invention)

This invention is concerning an electronic circuit design formula which uses a calculator and its input-output device.

(Prior art)

Electronic circuit designs can be analyzed using electronic circuit analysis programs. If the result is not desirable, the circuit is changed, and the electronic circuit analysis program is started again. It is necessary to input the physical condition of circuit.

Because of this, electronic circuit language is used. Although it is possible to describe the physical construction of the circuit using electronic circuit language, the electronic circuit is normally examined using circuit diagrams. Changing this diagram into electronic circuit language requires a lot of effort. An electronic circuit design system which uses a display has been released for accumulated circuit designing. For this, many figures such as circuit diagram, characteristic graphs, print plates, IC patterns, etc., are used.

According to this method, it becomes possible to choose figures expressed on the screen or to move them directly with a light pen. However, input by a light pen takes 1 to 2 seconds for the change to appear on screen. In order to reduce this time, the functionality is limited. In addition, the display surface is a CRT. Color on this display surface is by an electronic beam and the light pen and display coordinates do not match accurately. Furthermore, it is too big and there is no flexibility to change the function.

(Object)

This invention enables the use of electronic circuit analysis programs while monitoring the electronic circuit. Accordingly, its object is to design complicated circuits and to improve circuit design efficiency.

(Constitution)

This invention uses a flat surface which works both as a display and a coordinate reader using a cursor which is equivalent to a light pen - in other words, a tablet display. It is shown in figure 1. TD is the tablet display, and the main part is a rectangular plate. PE is a permanent magnet coil LE which has a stylus core wrapped around an optical fiber for assigning coordinates. An electric cable S for the cursor PE and an electric cable for the main body of the device are connected to a control device such as a computer, etc. Figure 2 shows the internal structure of the flat plate in figure 1 and the electric circuit. X, Y are decoders. Caa, Cba --- Cpa, Cab, ---, Cap, Cpp are pixel devices distributed on the flat surface in figure 1. They consist of light-emitting devices and light-receiving devices. Figures are displayed on the flat plate by the light-emitting devices and the light-receiving device detects light from the optical fiber in the core of the PE. The influence of the light-emitting devices on the light-receiving devices is treated as differential effects of two optical diodes, and it is ignored. Lxa, L'xa, ---Lxp, L'xp, and Lya, L'ya, ---, Lyp, L'yp are each vertical and horizontal line. XY are the coordinates of each intersection of these lines. The magnetic body which surrounds the optical fiber in the PE is influenced by alternating current called OSC. By this, alternating current voltage is induced in the tablet line at certain points by the PE. The alternating current voltage is read at all tablet line intersections X-Y. This voltage is detected at the terminal M of resistors R. D1x, D2x, ---, Dpx, and D1y, D2y---, Dpy are diodes which prevent interference between tablet lines. The current position of the PE can be found automatically by examining the series of output voltages M. One of these which drives the light-emitting device at Caa is the picture image pattern which is received from the calculator side. Because of this, at Cac, etc., there are memory devices. These memory devices form shift registers for every main scanning line and their inputs store symbols in these shift registers. Another input is made by feed back from the light introduced through the core of the optical fiber of the PE. Accordingly, by switching between signals from the calculator side and signals from

the PE, coordinates read by receiving the picture image pattern and tablet can be monitored. The frequency of the electric current flowing in the cursor winding is shown in figure 1. It can be selected freely. Therefore, multiple pens with can be used, and an electric current with different frequency is used for each one. A current detection circuit is set up for each frequency. Multiple numbers are necessary for detection in the X axis direction of the detection circuits $D \times 1$, $D \times 2$, $D \times 3$, and Y axis direction $DY1$, $DY2$, $DY3$, etc. These detection circuits are co-oscillating at the frequency of each cursor input, and they separate and detect the frequency of each cursor. Figure 3 shows the construction when multiple cursors are used. TD is the tablet display, and it shows devices such as Caa, Cpp and the vertical and horizontal lines in figure 2. BC drives an XY decoder and addresses the TD tablet and detects output signals M and M'. X and Y detect which tablet has been addressed within the detected time interval at $D \times 1$, $D \times 2$, $D \times 3$, and $D \times 1$, $D \times 2$, $D \times 3$. It outputs the coordinate values of these outputs.

The electronic circuit analysis program models the semiconductor elements mathematically. It simulates the electronic circuit by solving simultaneous equations, eigenvalue equations, calculation of space lines, and nonlinear equations. In this invention, the electric circuit that is analyzed by the program is input by drawing it using the tablet display and cursor shown in figure 3: Because of this, in addition to the electronic circuit analysis program, instructions are for showing the user how to use the tablet display and cursor in figure 1 are also output.

A table with the circuit element or devices as row and line items is built by the user beforehand. This requires a circuit editing program which defines the connections between circuit elements or devices by marking elements in the table. The table made by the circuit editing program is called a wiring table. With former electronic circuit analysis programs, the topology is defined beforehand so that solid intersections will not occur in the wiring. If the wiring diagram cannot be implemented, it has been necessary to correct the input. This invention uses amorphous materials to form a flat surface which consists of N shaped semiconductors and a flat surface which consists of P shaped semiconductors that cross on the same flat surface. These are positioned to form multiple device layers. When conductors grown on these multiple devices are connected, the wiring problem above will not occur. The electronic circuit analysis program a mathematical model of the circuit elements or passing motion of the device. This invention requires a mathematical model of the circuit elements or devices. Conditions necessary for animating these device models are input by the user. The circuit editing program has the following function. The method of drawing the devices in the mathematical model is well defined so that they can be handled by the electronic circuit analysis program. The user inputs the kind of device by drawing these figures using the tablet display and cursor in figure 1.

When the user first calls the circuit editing program, a prompt showing the position on the tablet display for drawing the devices is indicated on the keyboard display. The user responds to this and indicates the position and size of the part using multiple cursors, and the figure appears on the display side of the tablet according to the above program. The user draws figures in this area. By this, color layer signals from the calculator side and signals from the user's handwriting are recorded, and color is emitted. In accordance with this, the coordinate values of user input is read by the tablet and sent

to the calculator. The circuit editing program calls a pattern recognition routine and acknowledges the user input. The device name is chosen. The mathematical model is started, and requests for the necessary parameters or conditions are displayed on the keyboard display. The user responds to these requests and the line items of the wiring table are defined. The pattern formed by the user input is displayed on the tablet display. At this point, the user is asked to input the next device by the keyboard display. This procedure is repeated as many times as necessary. The user next inputs the wiring diagram using a different cursor, in other words, the wiring cursor. Checkmarks are placed next to the elements on the wiring table which correspond to the space between the device with the first coordinates and the last coordinates indicated by this cursor. The writing pattern is displayed on the tablet display.

Next, the pattern recognition program is going to be discussed. Pattern recognition is performed based on the writing on the display area on the calculator side. It is facilitated by making measurements on the entire area clear. The pattern recognition algorithm may be a phase structuring method, etc. The pixel signals from the above area X_{ij} are used to form signals such as $Y = \sum_i \sum_j W_i W_j X_{ij}$ (1). W_i and W_j are values close to the symbols Y in the electronic circuit device. At this point, i and j are the vertical and horizontal pixel indices for the area. W_j records in the calculator memory by regulating W_i beforehand by the following method. When the pattern recognition program is called, this memory is indexed.

W_i and W_j are regulated by the following operation. For example, to form the letter "k", a pattern X_{ij} which is similar to the letter "k" is detected, and $Y - k = Z$ is calculated. The difference between W_i and W_j in the direction that Z^2 comes close to 0 is calculated. This processing is repeated several times. The value of $W_i W_j$ at the number n is adopted as $W_i(n)$, $W_j(n)$, and the following difference equation is used.

$$\begin{aligned} W_i(n) &= W_i(n-1) - c \frac{(Y-k)^2}{\sum_j W_j(n-1) X_{ij}} \\ &= W_i(n-1) - c(Y-k) \sum_j W_j(n-1) X_{ij} \\ W_j(n) &= W_j(n-1) - c(Y-k) \sum_i W_i(n-1) X_{ij} \end{aligned} \quad (3)$$

Using this equation, there is no amount that cannot be measured.

The pattern recognition program calculates Y from (1) and subsequently determines that the symbol is "k" from Y . This is done by making a function table which expresses "k" as a function of Y beforehand. In this function table, the memory area occupied by the function is divided into k intervals, and the numbers from each division 1 to k are allotted. Before using the pattern recognizing program with this method, formula (3) is evaluated, and W_i and W_j are regulated. At this point, it is necessary to input signals X_{ij} with a pattern similar to the letter "k". The method of dividing the memory area for the above function table may be somewhat different depending on the pattern that is used.

W_i and W_j are made using a pattern study device which automatically recognizes patterns from a book using contrast sensors and transforms it into symbols. The formula for the book read by the pattern study device is regulated. The pattern study has files of

columns of letters for each recording formula. By assigning each letter to a column in the book which is read, each letter pattern in the book is read and recognized.

(Effects of this invention)

As stated above, this invention constitutes an electronic circuit analysis program which is driven by input while monitoring the electronic circuit. Therefore, even with complicated circuits, the time required for changes on the screen can be reduced. Not only that, it can also be used to draw accurate circuits.

4. Simple explanation of figures

Figure 1 is a cross section of the tablet display; figure 2 is circuit diagram of the pixel devices in the flat plate in figure 1; figure 3 shows a circuit diagram which uses multiple cursors.

Table display: TD; cursor: PE; pixel device: Caa, Cba to Cpp

Applicant of the patent: K.K. Ricoh

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-198630

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)10月8日

G 06 F 3/033
15/60

7622-5B
6619-5B

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 電子回路設計方式

⑯ 特 願 昭59-54940

⑰ 出 願 昭59(1984)3月22日

⑱ 発 明 者 須 貝 恒 久 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

明 細 書

1. 発明の名称

電子回路設計方式

2. 特許請求の範囲

(1) 回路素子あるいはデバイスは平面に一様に分布させた画素デバイスによって表示される領域にカーソルによって画いた図形を認識することを特徴とする電子回路設計方式。

(2) カーソルは複数でありそれぞれ周波数の異なる複数の電流によって動作する第1項記載の電子回路設計方式。

(3) 平面は多数の縦の直線導体、および横の直線導体を埋設してなる第1項記載の電子回路設計方式。

(4) カーソルは磁性体からなるスタイラスに線輪を巻くことによってなる第1項又は第2項記載の電子回路設計方式。

(5) 回路素子あるいはデバイスを列項目と行項目とする表の要素にマークすることによって接続関係を表わしこれを出力する第1項記載の電子回

路設計方式。

(6) 磁性体からなるスタイラスは光ファイバの芯を含む第4項記載の電子回路設計方式

3. 発明の詳細な説明

技術分野

この発明は計算機とその入出力装置を用いる電子回路設計方式に関する。

従来技術

電子回路設計方式においては、電子回路解析プログラムを用いて回路の動作を解析し結果が望ましくなければ回路を変更して再び電子回路解析プログラムを動作させる。このとき回路の物理的な条件を入力する必要があるためこのために電子回路記述言語を用いている。電子回路記述言語によって回路の物理的構成は作ることにはできるが、日常電子回路を検討するときは回路図を用いて行うものであって、電子回路記述言語に直す手続きが入ると多大な努力をすることとなる。またディスプレイを使用した電子回路設計システムが集積回路設計用として発表されている。これは回路図、特

性グラフ波形、プリント板やICのパターンなど多数の図形が使用されている。この方法では画面に表現されている図形をライトペンで直接指示したり、移動させる処理が可能となる。しかし、ライトペンで入力した場合に画面に変化が起こるのは1〜2秒の時間がかかることとなって、この時間を短縮するために計算機処理のプログラムの機能に制限が加えられることとなる。また、このようなディスプレイ面はCRT方式で実現される。このディスプレイ面における発色は、電子線によっておりライトペンによる指示とディスプレイ座標が正確に一致しない。また構造が大きくなって機能構成上で融通性がなくなる。

目的

この発明は、電子回路をモニタしながら入力することによって、電子回路解析プログラムを動作させることを可能とし、よって複雑な回路を設計すること、あるいは回路設計の能率を向上させるを目的とする。

構成

して起るように構成されていて無視できる。 $Lx_a, L'x_a, \dots, Lx_p, L'x_p$ および $Ly_a, L'y_a, \dots, Lyp, L'yp$ はそれぞれ垂直水平のタブレット線であってXYはこれらタブレット線のうちのそれぞれの1組を選択するものである。PEの光ファイバをとりまく磁性体によってOSCなる交流による磁束が発生しこれによってPEのある場所においてタブレット線に交流電圧が誘起される。これらの交流電圧はX-Yによってすべてのタブレット線について読出される。この電圧は抵抗Rの端子Mに検出される。 $D1x, D2x, \dots, Dpx$, および $D1y, D2y, \dots, Dpy$ はタブレット線相互間の干渉を防止するダイオードである。Mの出力電圧の系列によってPEのある位置を自動的に求めることができる。 Ca_a などにおける発光デバイスを駆動するものの一つは計算機側から受信される画像パターンであって、このため Ca_c などにはメモリデバイスがあり、このメモリデバイスは主走査線ごとシフトレジスタを構成して受信符号をこれらシ

この発明は、ディスプレイとライトペンに相当するカーソルによる座標読取機能とを兼ねた平面即ち、タブレットディスプレイを使用するものでその外観を図-1に示す。TDは、タブレットディスプレイであり、本体は4角形で板状に形成している。PEは座標指示用のカーソルで光ファイバを包んだスタイラス芯をもつ励磁コイルLEを固着してある。カーソルPEの電気ケーブルSと装置本体の電気ケーブルはコンピュータなどからなる制御装置に接続される。図-2は、図-1な平板内に埋設された構造と、その周辺部の電気回路を示す。X、Yは、デコーダである。 $Ca_a, Cb_a, \dots, Cp_a, Ca_b, \dots, Cp_b, Cp$ は図-1の平板内に分布される画素デバイスであって発光デバイスと受光デバイスとからなり、発光デバイスによって平板上に図面をディスプレイし、受光デバイスとによってPEの芯に埋設された光ファイバから出る光を検出するものである。これら発光デバイスが、その受光デバイスの出力に及ぼす影響は2つの光ダイオードの差動効果と

フトレジスタに順次シフト入力する。もう一つの入力はPEの光ファイバの芯によって導かれる光を発光デバイスにフィードバックして作るものである。従って計算機側からの信号とPEからの信号とを切替えることによって画像パターンの受信ディスプレイとタブレットによって読取って送信した座標をモニタすることができる。図-1に示すカーソルの巻線に流す電流の周波数は任意に選択できる。従って、このような構造のペンを複数本設けそれぞれに異なる周波数の電流を流す。このとき各周波数に対応して上記電流の検出回路を複数個設ける。これら検出回路のX軸方向の検出回路 $Dx1, Dx2, Dx3$, およびY軸方向の $DY1, DY2, DY3$, などを複数個必要となる。これら検出回路は入力側にそれぞれのカーソルの周波数に共振回路をもち、それぞれのカーソルの周波数を分離検出するものである。図-3は複数カーソルを用いる場合の構成図である。TDはタブレットディスプレイで図-2の縦横の線と Ca_a, Cp_p などのデバイスからなる部分を表

わす。BCはXとYなるデコードを駆動してTDのタブレットをアドレスして、M、とM'なる出力に信号を検出する。検出されたタイミングでXとYはどのタブレットをアドレスしたかを $D \times 1$ 、 $D \times 2$ 、 $D \times 3$ 、および $D \times 1$ 、 $D \times 2$ 、 $D \times 3$ 、において検出し、これらの出力に座標値を出力するものである。

電子回路解析プログラムにおいては半導体素子を数式的なモデルに表わし、連立一次方程式の解法、固有値計算、スパー行列の計算、さらには非線形連立方程式の解法などを実行して電子回路をシュミレーションする機能をそなえている。この発明ではこのようなプログラムが解析すべき電子回路を図-3に示すタブレットディスプレイとカーソルを用いて画くことによって入力するものである。このために電子回路解析プログラムのほかに図-1のタブレットディスプレイとカーソルを利用するユーザが、これをどのように操作すべきかを示すに必要な案内メッセージが出力される。ユーザ操作に従って回路素子あるいはデバイスを

列項目および行項目とする表を作成しておき、この表の要素にマークすることによって回路素子、あるいはデバイス間の接続関係を表示する回路編集プログラムが必要である。回路編集プログラムが作る上記の表を配線表と呼ぶこととする。従来の電子回路解析プログラムにおいて配線に立体的な交差が生じぬように前以てトポロジカルな処理を行って実現できない配線が発生する場合は修正入力を行う必要があった。この発明ではアモルファス材料を用い同一平面に交る平面において接合するN形半導体からな平面とP形半導体からな平面が位置することによってなる複数のデバイスの層を成長させ、これら複数のデバイスから成長された導体相互間を接続することによってなされるため上記問題はおこらない。電子回路解析プログラムは、回路素子あるいはデバイスの過渡的な動作特性を数式的なモデルに表したものをを用いるものであって、この発明では上記の回路素子、あるいはデバイスを数式的なモデルに表わす必要がある。これらデバイスモデルを動作させるに必要な条件

はユーザによって入力されるものである。回路編集プログラムは次のような機能をもつものである。数式的なモデルに表わされ電子回路解析プログラムによって取扱うことのできるデバイスについてはそれぞれ図形によって表わす方法が定められており、ユーザは図-1のタブレットディスプレイとカーソルによってこれらの図形を画くことによってデバイスの種類を入力する。

先づユーザが回路編集プログラムを呼出すとキーボードディスプレイにデバイス図形を書くためのタブレットディスプレイ上にその位置を示すことを促すメッセージが表示される。ユーザはこれに回答して複数カーソルのうちの一部を用いて位置と大きさを示すことにより、上記プログラムによってユーザが図形を画く範囲がタブレットディスプレイのディスプレイ側に表示される。ユーザはこの範囲を利用してデバイスの図形を画く。これによって計算機側から表示された範囲を定める発色信号に重畳してユーザ筆跡のモニタ信号を記録し発色する。これと並行してタブレットによって読

取られたユーザ筆跡の座標値を計算機側に送信する。これによって回路編集プログラムはパターン認識プログラムを呼出し、ユーザ筆跡を認識しデバイス名を決定しその数式モデルを動作させるに必要なパラメータあるいは条件を入力するよう要求するメッセージをキーボードディスプレイのディスプレイ側に出力する。ユーザがこれに回答することによって配線表の行列項目を定めユーザ筆跡を消去したパターンをタブレットディスプレイにディスプレイする。このとき、次のデバイス図形を入力することをユーザにうながすメッセージがキーボードディスプレイ側にディスプレイされる。ユーザは、これによって上述と同様のことをくり返す。次の入力をユーザがうながされたときに配線を行うことができる。これは筆跡を入力したカーソルとは別の特定カーソル、即ち配線カーソルを利用する。このカーソルが示した最初の座標値と最後の座標値に一致するデバイスの間に対応する配線表の要素にチェックマークをつけこの配線をつけた消去パターンをタブレットディス

プレイにディスプレイする。

次に上述のパターン認識プログラムについてのべる。パターン認識は計算機側からディスプレイ面に示した領域に面かれた筆跡について行うものであって、上記領域全体の寸法と縮尺を明らかにすることによって容易になる。パターン認識のアルゴリズムとして位相構造化法などを用いることができる。また上記領域の画素信号を X_{ij} とし

$$Y = \sum_i \sum_j W_i W_j X_{ij} \quad (1)$$

なる信号を作り、 W_i と W_j などを Y が電子回路デバイスを表わす符号に近い値となるように選択する。ここで i と j はそれぞれ領域の縦と横の画素番号である。 W_i を W_j はあらかじめ次に述べる方法によって定めることによって計算機のメモリに記録しておくもので、パターン認識プログラムが呼出されることによってこのメモリが索引されるものである。

W_i と W_j は次のような学習操作によって定める。今文字の符号を k とし、 k が表わす文字の図形に似たパターン X_{ij} を検出し

$$Y - k = Z$$

(2)

を計算する。そして Z^2 が0に近づく方向に W_i 、 W_j に差分を行う。この処理を複数回くり返す。くり返し数 n での W_i 、 W_j の値を $W_i(n)$ 、 $W_j(n)$ とすると、

$$W_i(n) = W_i(n-1) - c \frac{\partial (Y-k)^2}{\partial W_i}$$

$$\left. \begin{aligned} &= W_i(n-1) - c(Y-k) \sum_j W_j(n-1) X_{ij} \\ W_i(n) &= W_i(n-1) - c(Y-k) \sum_i W_i(n-1) X_{ij} \end{aligned} \right\} (3)$$

なる差分方程式で与えられる。この式においては測定できない量はない。

パターン認識プログラムは(1)を求めそのあと Y から k を判定することとなるが、これは Y を引数として k を出力する関数表をあらかじめ作っておいて行うものである。この関数表は、関数が占めるメモリエリアを k 個に分割し、それぞれの分割1から k までの数字を割当てることとなる。このような方法でパターン認識プログラムを実行する前に(3)式を実行する学習処理を行ない W_i と W_j を定める。このとき k が表わす文字の図形

に似たパターンをもつ信号 X_{ij} を入力する必要があるが、これらパターンとしてどのようなものを用いるかによって上記関数表のメモリエリアの分割法が多少異なることがあり得る。

次に W_i と W_j を作るには、相反形センサによって帳票などに記入されたパターンを自動的に認識して符号に変換する機能を学習するパターン学習装置による。このパターン学習装置によって読取られる帳票は記録形式が定められており、パターン学習ではこれら記録形式の各々について文字が書かれているらんを記録したファイルをもっており、読取られる帳票の各文字欄を指定することによって帳票上の各文字パターンを読取って認識する方法による。

効果

このように本発明によれば電子回路をモニタしながら入力することによって電子回路解析プログラムを動作することができるため複雑な回路でも画面の変化が起る時間を短縮でき、しかも正確に回路パターンを描くことができる。

4、図面の簡単な説明

第1図は、タブレットディスプレイの斜視図、第2図は、第1図の平板内に埋設された画素デバイスの回路図、第3図は、複数のカーソルを用いる場合の回路図を示す

タブレットディスプレイ…T D カーソル…P
E 画素デバイス…C a a、C b a～C p p

特許出願人

株式会社 リコー

